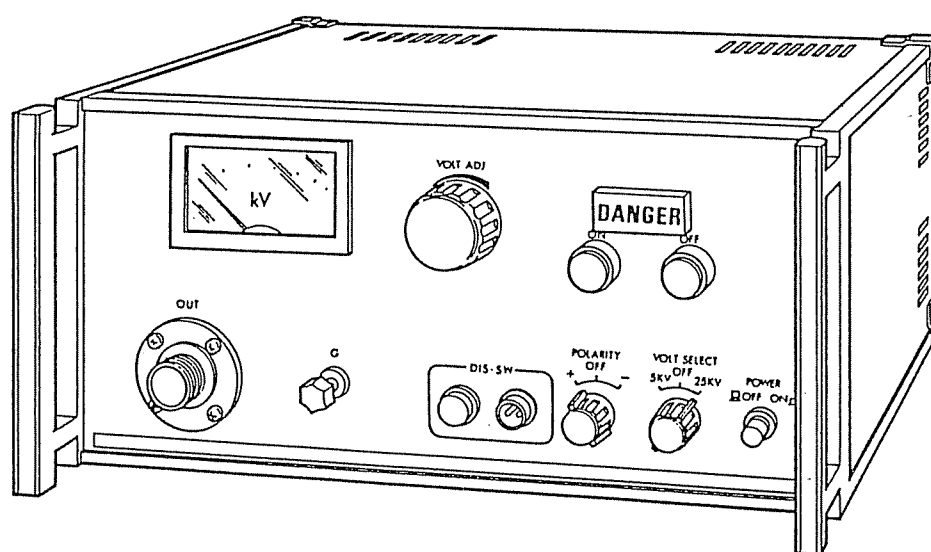
取 扱 説 明 書

MODEL ESS-610
MODEL ESS-625
MODEL ESS-625S

まえがき

この取扱説明書は，エレクトロ スタティック シミュレータ（以下シミュレータと呼ぶ）ＥＳＳ－610，ＥＳＳ－625，ＥＳＳ－625Ｓの操作方法，試験方法，ユニット交換，修理方法等，機器を充分に活用できるような必要事項が盛り込んであります。
ＥＳＳ－610，ＥＳＳ－625，ＥＳＳ－625Ｓをご使用になる前に本書をよく読んでいただき，その取扱いに慣れ当シミュレータの性能を100％発揮するようお願いいたします。尚，ＥＳＳ－610，ＥＳＳ－625，ＥＳＳ－625Ｓは共通部分が多いため，本文中に区分けがない限り３機種とも共通です。

目 次

1. 概　要

デジタル機器の誤動作の問題は，制御装置の多様化とともにここ数年来クローズアップされてきました。

誤動作の大きな要素は静電気の放電と，電源環境の悪化に依るものとに大別されます。

電子機器が高密度化され，素子，ＩＣ，ＬＳＩを使用するようになったことと，輸出の増大に伴い諸外国の低湿度，着衣，床材料等の悪条件が重なり静電気による被害，誤動作，素子の破壊等が増大しています。

弊社のＥＳＳシリーズは，人体と機器間の静電気をシミュレーションするために製作されました。

静電気放電はどこからでも侵入してきますし，その侵入を防ぐことは容易なことではありません。電磁シールドも一つの方法ではありますが，ノイズの侵入を防ぐよりも強電界による誤動作・破壊を起さないように電子機器の耐力を上げる対策をしなければ「ダメ」なのです。それにはシステム内部のいろいろな部分の静電容量を整理し，静電容量をもった部分の導体にどのように帯電するのか，どのような条件の時に放電するのか，また放電の帰路に誤動作や破壊を招く要因があるかどうかの分析や条件を変えての実験等が必要なのです。

弊社ＥＳＳシリーズは放電用コンデンサの静電容量が簡単に取り替えられるように設計されてあり，容量も 1000 ＰＦから 100 ＰＦまでそろえてあります。また人体自身インピーダンスをもっており，そのための放電抵抗も 100 Ωから 10KΩ までそろえてあります。

以上静電気ノイズ対策に多用頂けるのが弊社ＥＳＳシリーズです。

2. 特　長

- 放電用コンデンサ容量 500 ＰＦ（標準実装）または任意のコンデンサが簡単に交換出来ます。
- 放電用抵抗 500 Ω（標準実装）または任意の抵抗が簡単に交換出来ます。
- 充放電の繰返しがオプションタイマーを取付けることにより 1 sec 〜 10 sec まで任意の選択が出来ます。
- 電磁現象を大地との関係で解析・解明しているため再現性があり信頼性が高い。
- パネル枠を取付けることにより標準ラックに簡単に組込みが出来ます。

3．標準品一式

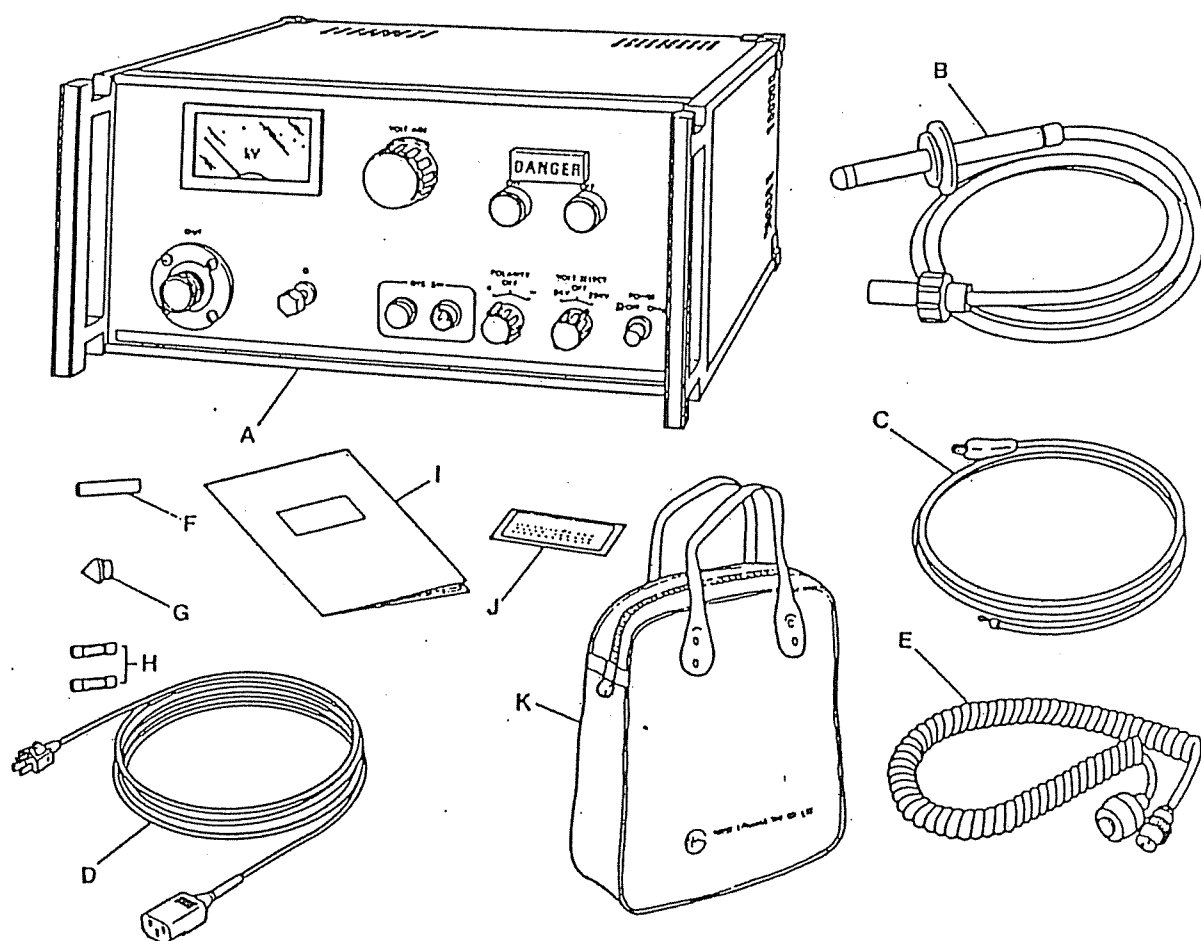



図１（本体形状はESS－625S）

			個数
A	：	ESS－本体	1
B	：	放電用プローブ	1
C	：	放電用グランドケーブル	1
D	：	電源コード	1
E	：	トリガースイッチ	1
F	：	放電抵抗０Ω（ショートバー）	1
G	：	電　極	1
H	：	ヒューズ（２　Ａ）	2
I	：	取扱説明書	1
J	：	注意ラベル	2
K	：	添付品用カバン	1

4. 各部の名称

形状はESS－625S

図2

① POWER スイッチ

② VOLT SELECT ツマミ

（ESS－625は装備なし）

③ POLARITY SELECT ツマミ

④ 高圧OFF スイッチ

⑤ 高圧ON スイッチ

⑥ 高圧警告ランプ

⑦ VOLT ADJ ツマミ

⑧ 電圧指示計

⑨ 電圧出力端子

⑩ SG端子

⑪ EXT TRIGGER ランプ

⑫ EXT TRIGGER 端子

⑬ 電源入力コネクター

（ESS－610は直接電源コードが付く）

⑭ ヒューズホルダー

⑮ FG端子

⑯ Cボックス

⑰ 電圧入力端子

⑱ 放電電極

⑲ 放電抵抗

5. 仕　様

- 方　　式 ……………………コンデンサ充電方式
- 出力電圧

  ESS－610 ……………本体電圧出力端にて0～10KV　MAX±10%

  0～2.5KV・0～10KVレンジ切替連続可変

  ESS－625 ……………本体電圧出力端にて5～25KV　MAX±10%

  ESS－625S …………本体電圧出力端にて0～25KV　MAX±10%

  0～5KV・0～25KVレンジ切替連続可変
- 印加方式 ……………………プローブ放電式
- 放電用コンデンサ ………500PF±10%（ユニット交換可）
- 放電抵抗 ……………………500Ω±5%（抵抗値交換可）交換用抵抗の許容差は±10%
- 出力極性 ……………………正(+)および負(－)
- くり返し周期………………手動（1sec～600secタイマー外付可）
- 温・湿度条件………………温　度　　0～40℃

  湿　度　　20～75%
- 消費電力

  ESS－610 ……………AC100V　50／60HZ　50VA

  ESS－625 ……………AC85～130V　50／60HZ　60VA

  ESS－625S …………AC85～130V　50／60HZ　60VA
- 寸　　法

  ESS－610・625S…W420×H200×D400

  ESS－625 ……………W420×H200×D400
- 重　　量

  ESS－610 ……………約17Kg

  ESS－625 ……………約13Kg

  ESS－625S …………約11Kg

6. 各部の機能

① POWER スイッチ

入力電源用スイッチで一度プッシュするとON（ランプ点灯▭）更にもう一度プッシュするとOFF（ランプ消灯⊟）になる。

② VOLT SELECT ツマミ（ESS－625は装備なし）

出力電圧のレンジ切替ツマミ

ESS－610	0～2.5KV	0～10KV	MAX
ESS－625S	0～5KV	0～25KV	MAX

③ POLARITY SELECT ツマミ

出力電圧の極性切替えツマミ（＋・－）

④ 高圧OFF スイッチ

コンデンサ・チャージ　OFFスイッチ

⑤ 高圧ON スイッチ

コンデンサ・チャージ　ONスイッチ

⑥ 高圧警告ランプ

高圧ONスイッチ連動ランプ

⑦ VOLT ADJ ツマミ

出力電圧設定ツマミ（右廻しで高出力となる）

⑧ 電圧指示計

電圧出力端子部の出力電圧指示計

⑨ 電圧出力端子

放電用プローブ接続端子

⑩ SG端子

放電用グランドケーブル接続端子

⑪ EXT TRIGGER ランプ

外部トリガースイッチ連動ランプ

⑫ EXT TRIGGER 端子

外部トリガーコード入力端子

⑬　電源入力コネクター（ESS－610は直接電源コードが付く）

AC入力コード接続コネクター

⑭　ヒューズホルダー

⑮　FG端子

フレームグランド端子

⑯　Cボックス

放電用コンデンサ収納ボックス（任意の容量に交換出来る）

⑰　電圧入力端子

電圧出力端子への接続コネクタ

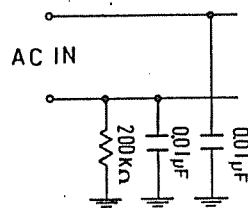
⑱　放電電極

放電用電極（形状を交換できる）

⑲　放電抵抗

放電用抵抗（任意の抵抗値に交換出来る）

注意

試験中に内部回路の破壊防止のため、AC LINEとﾌﾚｰﾑ間に下図のように、抵抗とｺﾝﾃﾞﾝｻが挿入されています。

7. 操作方法

7－1　操作上の注意事項

1. 電圧を上げた状態で VOLT　SELECT　ツマミ②の切替えは絶対にしないで下さい。
2. 電圧を上げた状態で POLARITY　SELECT　ツマミ③の切替えは絶対にしないで下さい。
3. 高圧警告ランプ⑥点灯時は電圧出力端子⑨，プローブ電極部に手などを近づけないで下さい。
4. 放電事故防止のため湿度の高い場所，またほこりの多い所での使用はさけて下さい。

7－2　シミュレータの姿勢

シミュレータは高圧を発生するため，なるべくＡの姿勢で試験台は当シミュレータの床面積の10倍以上のものを用意します。

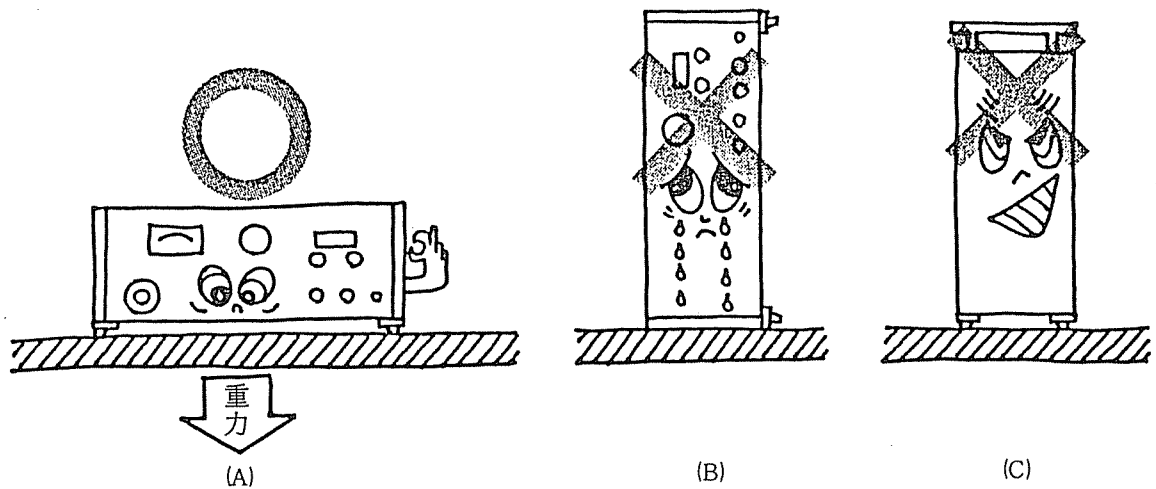



図３

7－3　附属品の接続

1. 附属品の中から各ケーブルを取り出し図４の様に接続する。

   放電用プローブの放電電極⑱を左に廻してはずし，放電抵抗500Ωが入っていることを確認する。

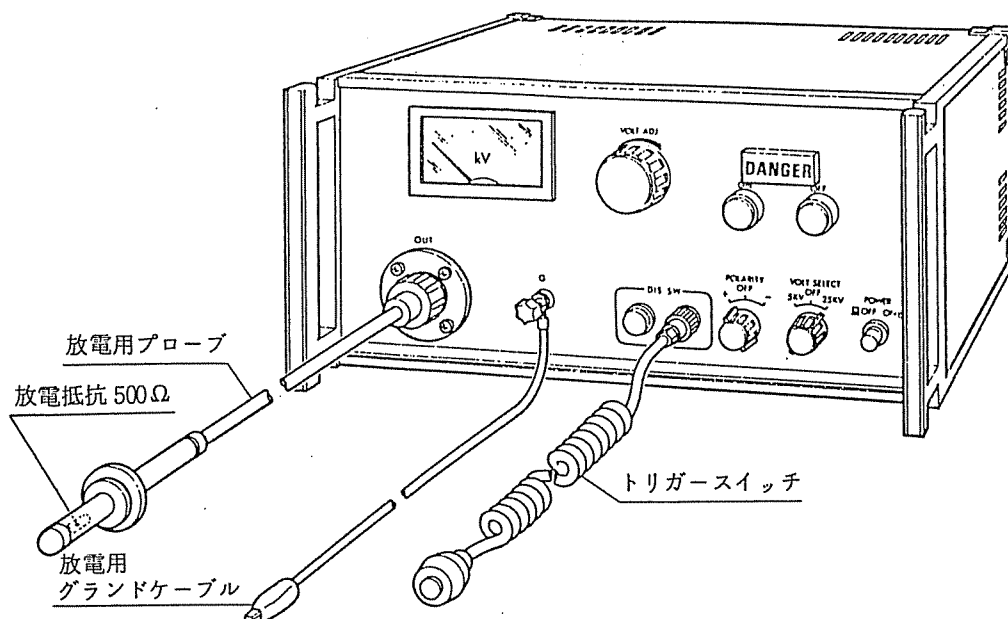



図 4

2. シミュレータと供試体は1 m近く離して下さい。

又放電用プローブは直線になる様にして使用して下さい。

理由 1

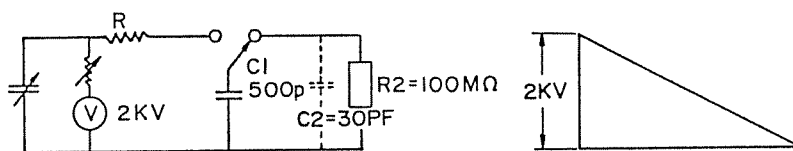
放電用のプローブのストレーキャパシティが直線状にしておくのと，輪の状態にするのとでは大きく変るからです。直線状にしますと20PF前後ですが，輪にすると80PFぐらいになります。このストレーキャパシティが変ると放電電圧が変って来ます。図5・図6を参照して下さい。

C2=30PFで放電電圧2KVになるように調整してあります。

図 5

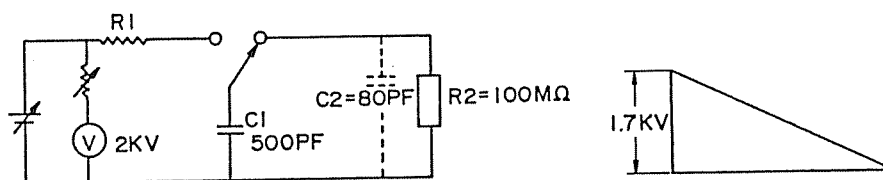



図 6

C 2が大きくなると放電用コンデンサの500PFとC 2のキャパシティの比で分圧されてしまいます。放電用コンデンサのエネルギーは，

$E = \frac{1}{2}CV^2$ ですから，Vは2乗できいてきます。

理由2

静電気の放電は急激な電荷の移動を行うわけですが，これは単に放電プローブの先端と供試体の間で行われるだけではなく，シミュレータ本体の真空リレーも，放電プローブ自体も急激な電荷の移動の道筋になります。当然放電電流も流れます。それに直交して電磁波も発射されます。これはこの電磁波の影響を受ければ当然誤動作の対象になる電磁界を作ります。このような印加したプローブの先端と別な要素で誤動作すれば，データの再現性は乏しくなります。

3. 電源コード⑬のプラグをコンセントに差し込む。
4. VOLT ADJ ツマミ⑦を反時計方向一杯に廻す。

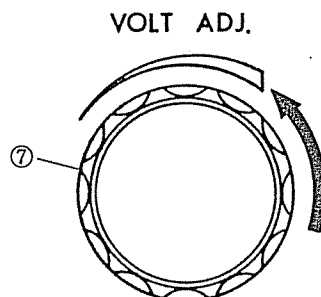



図7

5. 放電用プローブと放電用グランドケーブルを20cm以上離す。

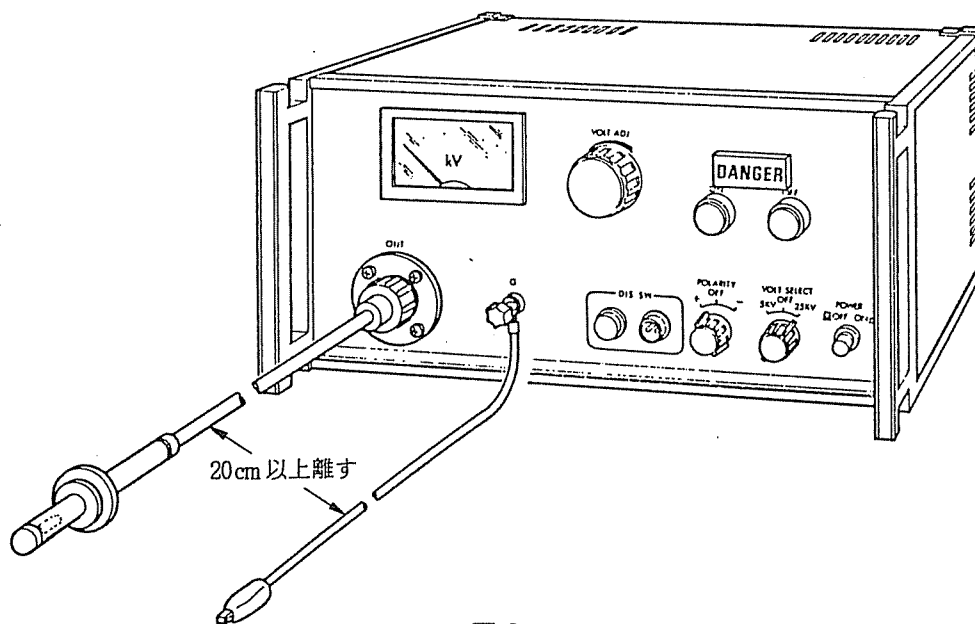



図8

7－4　操作順序・各部の確認

1.　POWER　スイッチ①をONにする。

　□時ONでランプ点灯，日時OFFでランプ消灯。

2.　VOLT　SELECT　ツマミ②を図9のようにする。（例　10KV・25KV）

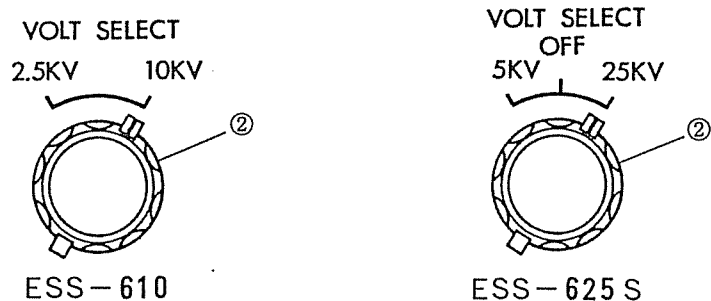



図9

（ESS－625は，レンジ切替がなくフルスケールで25KVです。）

3.　POLARITY　SELECT　ツマミ③を＋レンジにする。

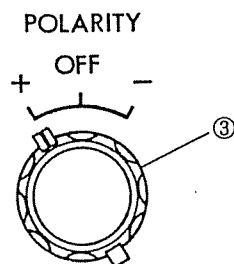



図10

4.　高圧ON　スイッチ⑤を押す。（この時高圧警告ランプ⑥が点灯する）

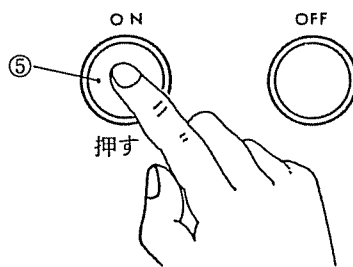



図11

注　意

項目4の作業で高圧警告ランプ⑥が点灯しない時はVOLT　ADJ　ツマミ⑦が左一杯に廻された状態になっているかどうかご確認の上，項目4の作業をくり返して下さい。それでも点灯しない時は故障と思われますのでご連絡下さい。

5. 放電用グランドケーブルの先に10㎝角ぐらいの金属板をクリップではさみ，放電プローブを片手で持ち金属板に近づける。

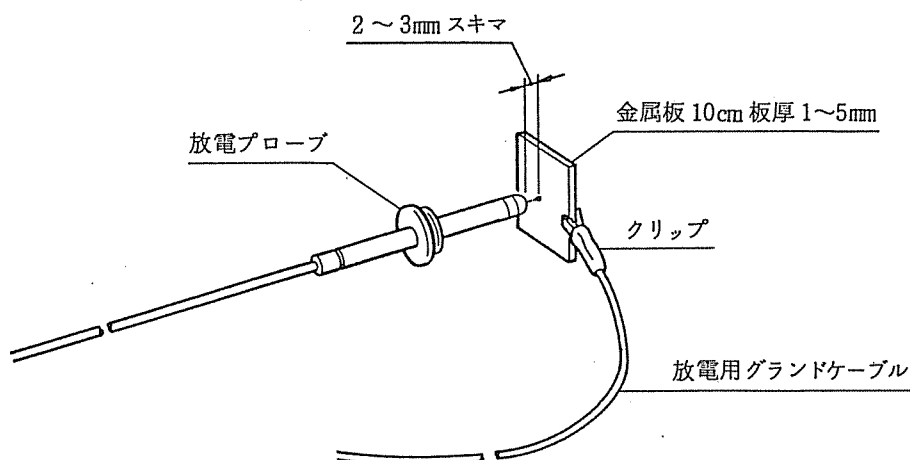



図12

6. VOLT ADJ ツマミ⑦を右に廻し，電圧指示計⑧の電圧指示を5～6KV位にする。

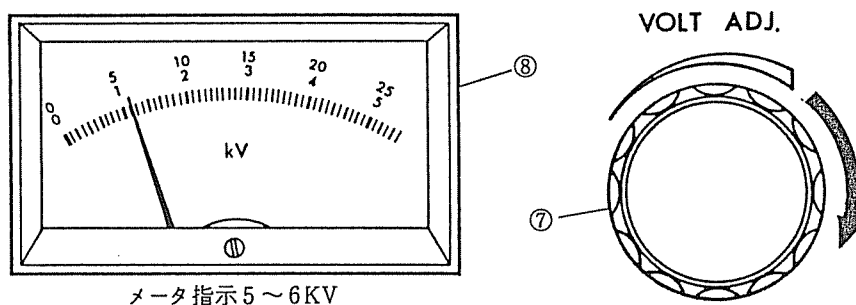



図13

7. トリガースイッチのボタンを押し，放電電極先端より金属板へ5～6回位火花放電させる。又金属板と電極先端の距離を変えて放電状態も確認する。（図12の状態で）

8. 項目6の状態で高圧OFF スイッチ④を押し高圧警告ランプ⑥が消えることを確認する。

図14

9. VOLT ADJ ツマミ⑦を左一杯に廻して電圧指示計⑧の電圧指示を0Vにする。

10. 項目3の POLARITY SELECT ツマミ③を－レンジにする。

11. 項目4～7の操作をします。

12. 以上の操作と確認が出来れば本機は正常な動作をしています。

7－5　波形の確認

1. POWER スイッチ①をOFFにする。
2. VOLT SELECT ツマミ②をHIGHボルトレンジ(右側)にする。

   ESS－610 ………………………… 10KV レンジ

   ESS－625S………………………… 25KV レンジ
3. POLARITY 切替ツマミ③を＋レンジにする。

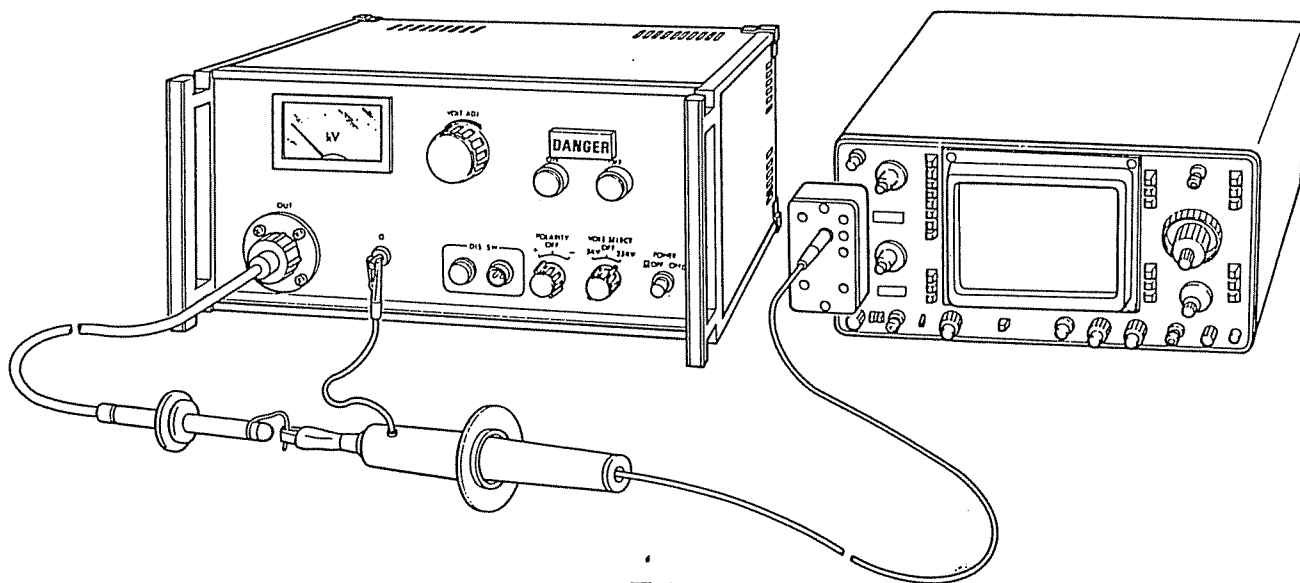
以上の設定が完了しましたらオシロスコープをご用意下さい。

注　意

1. オシロスコープは時間軸の観測が充分出来るもの(100MHz以上)を使用して下さい。
2. プローブは 1000：1の高圧プローブを使用して下さい。
3. 50MHz以上のオシロスコープと，10：1プローブでの波形観測では，プローブ耐圧が普通600V程度のため，当シミュレータの電圧指示計⑧は，500V以上はあげないで下さい。
4. ESS－625は 1000：1のプローブを使用しなければ波形の確認は出来ません。

4. 図15のように接続します。

図15

注　意

ホット側とグランド側の接続を間違わないように接続して下さい。

5. オシロスコープはVOLT－DIVを2V～5V／DIVにし，TIME－DIVを10msec／DIVにして下さい。

6. 項目1～5迄の操作確認後 POWER スイッチ①をONにする。

7. 1000：1プローブ使用時

- VOLT ADJ ツマミ⑦を右へ廻し，電圧指示計⑧の指示を20KV程度にする。
- トリガースイッチのボタンを押しシンクロスコープの波形を確認する。
  オシロのトリガーを正しくかけ波形を見やすくする。
- ESS－610時は電圧指示計⑧の指示は8KV前後で確認下さい。

8. 波形は図16のように見えます。

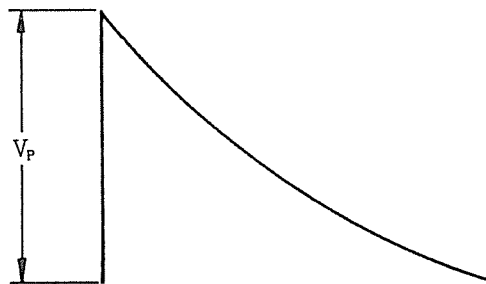



図16

9. 次に VOLT ADJ ツマミ⑦を反時計方向に廻し，電圧指示計⑧の指示を0に下げ POLARITY SELECT ツマミ③を－側に設定し，前項7と同様に波形を観測します。

10. 波形は項目8の時（図16参照）の反対の形で観測されます。

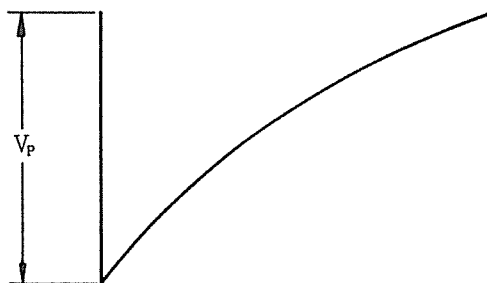



図17

注　意

シミュレータのモードをいろいろ替えるときは，必ずVOLT ADJ ツマミ⑦を反時計方向に廻し，電圧指示計⑧の指示を0に戻して下さい。

以上の操作方法によりいろんな条件を加えて供試体に静電気ノイズを印加し，供試体のノイズ耐力を上げて下さい。

これ以下，静電気シミュレータの発生の原理，静電気試験機の自続放電について，放電用コンデンサユニットの交換方法，放電抵抗の交換方法等を後述いたします。

試験法に関する注意

静電気放電の試験は，非常に複雑な物理的条件を考慮する必要があります。なかでも次の点は充分配慮して的確なデータをお取り下さい。

① グランド系は，極力短かい編組ケーブルを使用して下さい。グランド・ケーブルは例えば8φ×1.5mを使って，10～12%の放電電圧を損失させます。

② 放電コンデンサと放電系の浮遊容量に充電し、電圧計の目盛りと等しい電圧で試験して下さい。

例えば、200PF の放電用ｺﾝﾃﾞﾝｻ に10KV充電されているとして、一回放電すると、次のﾄﾘｶﾞｰでは30PFの浮遊容量には8.7KV しか充電されません。(16ﾍﾟｰｼﾞ参照)

この時放電しなければ次のﾄﾘｶﾞｰで10KVまで充電されます。

上記の通りですからﾄﾘｶﾞｰ 2回毎に 1回放電させるいわゆる50%放電の状態にすると放電毎に10KV（電圧計の目盛り）の出力がでます。

③ ”ノイズと対策その2”の［気中放電の法則］もご参照下さい。

8. 静電気シミュレータの発生の原理

静電気の放電による障害を再現させるためには，どのような条件にするか，何をパラメータにするかが大きな問題となります。ここに静電気放電という過渡現象を取り扱うむずかしさ，複雑さが浮き出てきます。基本的には Q＝CV で表わされるエネルギーですから，このシミュレータの供給電源は直流で充電されているコンデンサでよいわけです。電圧〔V〕はその時に決定されます。Cはその導体の持っている静電容量ですから，Qはコンデンサに充電された電圧によって決定されてしまいます。一方，人体やプリンター紙は導体（この場合は静電容量）に対して発電体ですから，直流電圧は加算されます。発電体の場合は可変電源ですからQはVの変数と関数関係になります。これから考えられる事はQをパラメータとするよりもVの手動による可変の方が，いわゆる静電気放電に対するシミュレーションが適当なわけです。このほかとしては，電流〔I〕のパラメータも考えられますが，分流の形態が複雑でパラメータとしては不適当です。ESSシリーズは上記の理由から電圧をパラメータとしてコンデンサ充放電方式を採用しました。次の回路図は，静電気シミュレータの概略を示したものです。

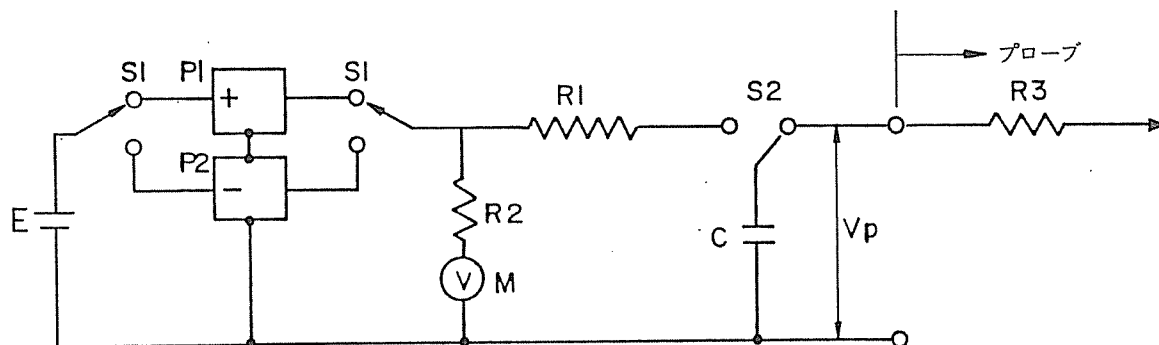



図 18

E ……… 高圧電源駆動用直流電源

P_1 ………… 直流高圧電源の正

P_2 ………… 直流高圧電源の負

R_1 ………… 充電用抵抗

R_2 ………… 出力指示メータの調整用抵抗

M ………… 出力端子のパルス波高値（500 PFの放電用コンデンサを標準としている）の電圧表示メータ

C ……… 放電用コンデンサ

S_1 ………… 高圧電源の正・負切替用スイッチ

S_2 ………… 放電用コンデンサCの充放電切替用スイッチ

R_3 ………… 放電用プローブに内蔵されている放電抵抗

(図18)においても，CとR_3は重要な要素を持っています。もちろんQ＝CVから電圧を制御する電源系も重要です。

供試体に直接印加するVpは，プローブを含めた放電系の浮遊容量が放電用コンデンサのCとC－C分圧された電圧値です。浮遊容量は30PF前後ですから，放電用コンデンサの容量はVpに大きく関係します。

(例)　C＝200 PF

浮遊容量＝30 PF

Cの端子電圧＝10 KV

$$Q = CV \qquad \cdots\cdots (1)$$

$$= 2 \times 10^{-10} \times 10^{4}$$

$$= 2 \times 10^{-6} \qquad \cdots\cdots (2)$$

$$V = \frac{Q}{C}$$

$$V = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-10} + 3\times10^{-11}}$$

$$= \frac{2\times10^{-6}}{2.3\times10^{-10}}$$

$$= \frac{2}{2.3\times10^{-4}}$$

$$= 8695\,V \qquad \cdots\cdots (3)$$

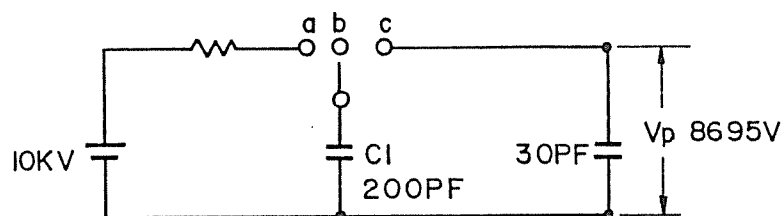



図19

式(3)は，200 PFの放電用コンデンサで布線系の浮遊容量30 PFの時，C_1に10 KV充電された条件での端子の出力電圧です。また，C－C分圧の原理は(図19)のようになります。

ESS-625S

9. 静電気試験機の自続放電について

ESS－625・625Sは25 kVの高圧を発生させています。
本機の概略の回路は図20のようになっています。

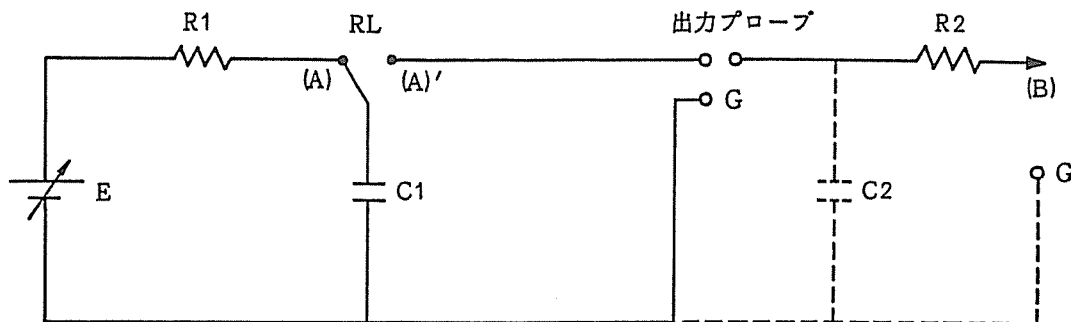



図 20

RL…………充放電切替真空リレー

E　…………直流の高圧電源で5～25 kVの高圧を発生します。

R 1…………放電用コンデンサC 1に充電させる時，Eにかかる急激な負担を抑制するための充電抵抗

C 1…………放電用コンデンサ

C 2…………プローブ導体部分単独の静電容量（約20 PF）

R 2…………放電抵抗

図20において問題になることは，この回路構成でプローブ先端をグランドに数ミリ接近させEの電圧を20kV以上に上昇させると，RLが充電側になっているのに火花放電を激しく起こします。この現象を気中放電の自続現象といいます。
これは試験機の故障ではありません，もっともRLを電力会社で使用している高圧試験装置のようなものに置き替えれば，数100kVまでこの現象はおきませんが，本機は静電気試験機ですから非実用的なことはできません。そこでこの現象がどのような理由で起きるかを説明いたします。
図20 RLの（A）点と（A′）点間は，はじめは（A）－G間25kV，（A′）－Gは0Vですが，出力プローブをコンデンサC2と考えると，（A′）－G間が緩やかに充電されていくことになります。真空リレーは真空度が10^{-6}以上ですからRLの内部でイオン化が進行します。その結果，（A′）－G間は25 kVになります。

(A′)－G間が25 kVになるということは(B)－G間も25 kVになるということになります。この状態で(B)－Gを接近させると(B)－G間に強電界を発生します。
距離を一定に保ちそのままの状態にしておきますと，プローブ先端の電位が周囲の気体分子をイオン化させて消滅してゆきます。しかしRL内部のイオン電流は消滅するコンデンサC2を充電させます。 一方反対側のGの金属板は，周囲の気体分子のイオン化で金属板表面の自由電子の動きが活発になります。そして中性の分子や共有結合している軌道電子に影響を与え，衝突・分離・吸収を繰り返します。又，中性の原子も誘電現象を起こし金属表面は強電界内特有の物質配列になります。そして，暗流がコロナ放電に移りグローに近い放電をします。これを雪崩現象といいこの時の金属表面状態を不整現象といいます。ここでは電位のかたよりが生じます。
尚，この理論をより詳しくお調べになりたい方は，文献「フィジカル・レビュー（No 74 プラズマフィジックについて）」を御参照下さい。
以上のことにより弊社ESS－625・625Sは18～20kV位からリレーの特性上自続放電するものがあります。このため弊社の出荷検査の基準は，メーター値25 kVの状態で入力抵抗100MΩの高圧プローブを用いて出力コネクター部で観測し，6kV以下の電圧が観測される物は良としております。

10. 放電用コンデンサ・ユニットの交換方法

1. 本体裏面のＣボックス固定ネジ４ケ所を外す。
2. Ｃボックス取手部をつかみ ⇨ 方向へ引張る。
3. コンデンサ・ユニットと交換しネジを固定して完了。

注　意

使用できるコンデンサの最大容量は1000pFです。これより大容量のコンデンサを使用すると，本機を破損する場合があるので絶対に使用しないで下さい。

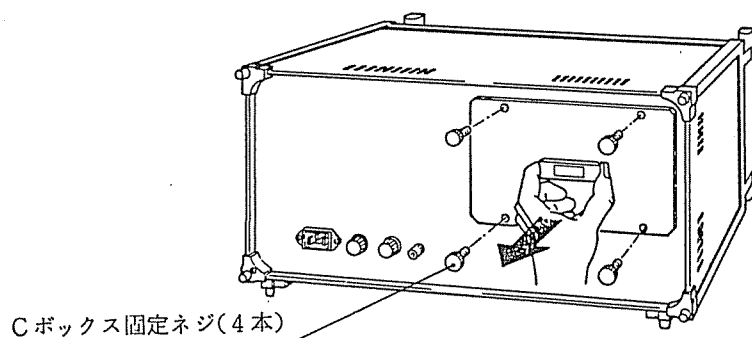



図21

11. 放電抵抗の交換方法

1. プローブの放電電極を左方向に廻し外す。
2. 中に入っている放電抵抗を任意のものに替える。
3. 放電電極を組付けて完了。
4. 御希望により放電電極の形状の違うものも製作いたします。

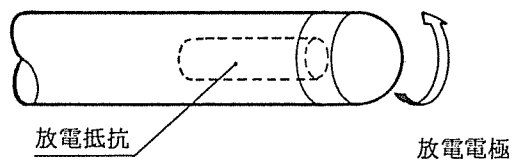



図22

12. ヒューズの交換

ヒューズが切れた時は，筐体裏面のヒューズホルダーのキャップを矢印の方向に廻して，ヒューズを取り出し，付属品の250Ｖ，２Ａのヒューズか，又は同等品に取り替えて下さい。尚ヒューズを交換してもすぐ切れる場合は，どこか故障しておりますので，当社のサービス係へご連絡下さい。

13. 回 路 図

13－1　ESS－610

図23

13－2　ESS－625

図24